

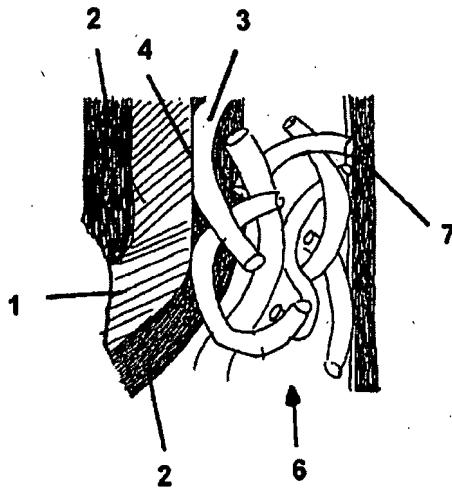
**Component used in fuel cells has an electrically conducting surface coating applied as corrosion protection layer on its surface**

Publication number: DE10235598  
Publication date: 2004-02-19  
Inventor: LEMKE KAI (DE); LEMM MARKUS (DE); STROEBEL RAIMUND (DE); TASCH DOMINIQUE (DE); GAUGLER BERND (DE); GRAFL DIETER (DE)  
Applicant: REINZ DICHTUNGS GMBH & CO KG (DE)  
Classification:  
- International: C09D5/08; C09D5/24; H01M8/02; C09D5/08;  
C09D5/24; H01M8/02; (IPC1-7): H01M8/02; C09D5/08;  
C09D5/24; C23F15/00  
- European: C09D5/08; C09D5/24; H01M8/02C2K1; H01M8/02C2K2  
Application number: DE20021035598 20020731  
Priority number(s): DE20021035598 20020731

[Report a data error here](#)

**Abstract of DE10235598**

Component (1) has an electrically conducting surface coating (4) applied as corrosion protection layer on its surface. The coating consists of a carrier material (2) having embedded electrically conducting structures (3) which contact the component surface and protrude from the material on the side of the coating facing away from the component surface. An Independent claim is also included for a process for coating a component with a surface coating.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 102 35 598 A1 2004.02.19

DS



(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 102 35 598.3

(51) Int Cl.: H01M 8/02

(22) Anmeldetag: 31.07.2002

C23F 15/00, C09D 5/08, C09D 5/24

(43) Offenlegungstag: 19.02.2004

(71) Anmelder:

REINZ-Dichtungs-GmbH & Co. KG, 89233  
Neu-Ulm, DE

(72) Erfinder:

Lemke, Kai, 89075 Ulm, DE; Lemm, Markus, 89134  
Blaustein, DE; Stroebel, Raimund, 89077 Ulm, DE;  
Tasch, Dominique, 89233 Neu-Ulm, DE; Gaugler,  
Bernd, 89231 Neu-Ulm, DE; Grafl, Dieter, 89081  
Ulm, DE

(74) Vertreter:

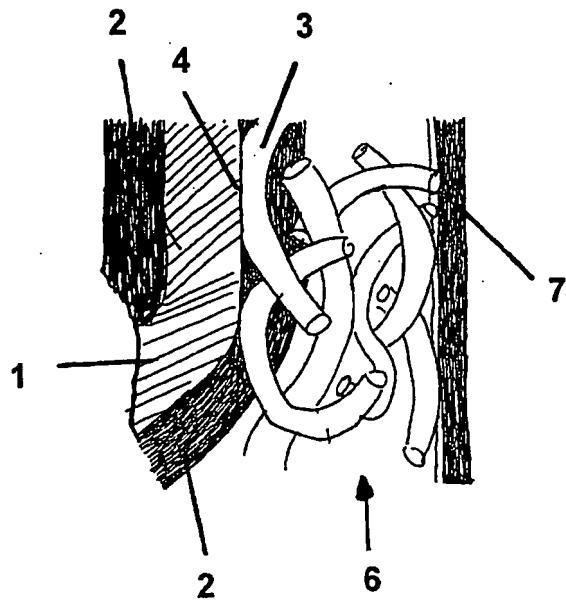
PFENNING MEINIG & PARTNER GbR, 10719 Berlin

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: Bauteil sowie Verfahren zur Beschichtung desselben

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Bauteil (1) mit einer auf die Bauteilloberfläche (4) als Korrosionsschutzschicht aufgebrachten elektrisch leitfähigen Oberflächenbeschichtung. Die Oberflächenbeschichtung besteht aus einer Trägermasse (2) mit darin eingebundenen elektrisch leitfähigen Strukturen (3). Die Strukturen kontaktieren die Bauteilloberfläche (4) und ragen auf der von der Bauteilloberfläche abgewandten Seite der Oberflächenbeschichtung aus der Trägermasse heraus. Außerdem wird ein Verfahren zur Beschichtung eines Bauteils mit einer erfindungsgemäßen Oberflächenbeschichtung gezeigt.



**Beschreibung**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Bauteil mit einer auf die Bauteilloberfläche als Korrosionsschutzschicht aufgebrachten elektrisch leitfähigen Oberflächenbeschichtung sowie ein Verfahren zur Beschichtung des Bauteils.

[0002] Auf dem Gebiet der Brennstoffzellentechnik sind zahlreiche Bauteile gegeben, welche einer sehr korrosiven Umgebung ausgesetzt sind. Diese Umgebungen enthalten beispielsweise Säuren, Laugen, Halogenide, deionisiertes Wasser, Kühlwasser, Luft, gasförmigen Wasserstoff usw.

[0003] Zur Vermeidung von Korrosionsschäden werden daher Bauteile von Brennstoffzellen, etwa Bipolarplatten (welche zwischen den einzelnen Zellen eines Brennstoffzellenstacks angeordnet sind) z.B. aus hochlegierten Stählen geformt und dann zusätzlich mit Elementen wie Gold, Silber oder Chrom beschichtet. Die Beschichtung mit diesen Materialien ist jedoch sehr kostenaufwendig bzw. auch umweltschädlich.

[0004] Eine weitere Möglichkeit sieht vor, für Bauteile wie etwa Bipolarplatten graphitische Werkstoffe vorzusehen. Der Vorteil dieser Werkstoffgruppe liegt zwar in der hohen Korrosionsbeständigkeit und im Hinblick auf mobile Anwendungen auch auf dieser geringe Materialdichte. Die Anfälligkeit auf Zugspannung und die damit verbundene Sprödigkeit von Graphit engt jedoch die Wahl des Formgebungsverfahrens für die Strukturierung stark ein. Weiterhin sind dem Design von graphitgebundenen Strukturplatten Grenzen bezüglich der Strukturstärke gesetzt. Der Grund hierfür liegt zum einen an der bereits erwähnten Sprödigkeit von Graphit und andererseits an der Restporösität des Werkstoffs, die stets die Gefahr einer unzulässigen Gaspermlabilität mit sich bringt.

[0005] Als Alternative ist es auch versucht worden, metallische Bipolarplatten aus Edelstahl, Aluminium oder Titan herzustellen. Hierbei ergeben sich Nachteile in Bezug auf Korrosion. Diese sind in oxidierenden und reduzierenden Umgebungen, die ein pH-Wert von niedriger als 3 aufweisen, bei gleichzeitiger Präsenz eines Elektrolyten nicht korrosionsfrei. Bei den aggressiven Umgebungszuständen, die innerhalb einer Brennstoffzelle vorherrschen, ist es nach dem Stand der Technik nicht möglich, selbst bei hochlegierten Stählen Korrosionsstandzeiten von über 6.000 Stunden zu erreichen.

[0006] Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, auf eine kostengünstige Weise elektrisch leitfähige Bauteile mit einer korrosionsbeständigen Oberfläche herzustellen sowie ein entsprechendes Verfahren zur Oberflächenbeschichtung zur Verfügung zu stellen.

[0007] Diese Aufgabe wird in Bezug auf das Bauteil durch ein Bauteil nach Anspruch 1 und in Bezug auf das Verfahren durch Ansprüche 12 und 13 gelöst.

[0008] Dadurch, daß das Bauteil mit einer auf die

Bauteilloberfläche als Korrosionsschutzschicht aufgebrachten elektrisch leitfähigen Oberflächenbeschichtung versehen ist, wobei die Oberflächenbeschichtung aus einer Trägermasse mit darin eingebundenen elektrisch leitfähigen Strukturen besteht, wobei die Strukturen die Bauteilloberfläche kontaktieren und auf der von der Bauteilloberfläche abgewandten Seite der Oberflächenbeschichtung aus der Trägermasse herausragen, wird diese Aufgabe gelöst.

[0009] Für den korrosionsdichten Abschluß ist hierbei im wesentlichen die Trägermasse zuständig. Hierbei kann es sich auch um eine elektrisch mäßig leitende bzw. nicht leitende Substanz handeln, welche jedoch die Bauteilloberfläche korrosionsdicht abschließt. Zur Herstellung einer sehr guten Leitfähigkeit durch die Oberflächenbeschichtung hindurch dienen die in die Trägermasse eingelegten Strukturen. Diese sind mit der unbeschichteten Bauteilloberfläche teilweise in Kontakt, teilweise ragen diese auch aus der Trägermasse (d.h. auf der vom Bauteil abgewandten Seite) heraus. Es ist nicht zwingend notwendig, daß stets dieselbe Struktur (etwa eine Faser) sowohl die Bauteilloberfläche berührt als auch aus der Trägermasse auf der dem Bauteil abgewandten Seite herausragt. Wichtig ist aber, daß zumindest durch eine Berührung z.B. einzelner Fasern untereinander ein Stromfluß mit möglichst geringem elektrischen Widerstand möglich wird. Die einzelnen Strukturen sind hierbei so gestaltet, daß die elektrische Leitfähigkeit sowohl tangential als auch normal zur Bauteilloberfläche gewährleistet ist.

[0010] Das erfindungsgemäße Verfahren hat verschiedene mögliche Ausprägungen.

[0011] Zum einen ist es möglich, die Trägermasse in einem flüssigen Zustand mit den leitfähigen Strukturen zu vermischen, dann diese Mischung auf die Bauteilloberfläche aufzubringen und schließlich unter Bildung der Oberflächenbeschichtung aushärten zu lassen. Eine andere Möglichkeit besteht darin, zunächst die Trägermasse auf die Bauteilloberfläche aufzutragen und dann in die noch formbare Trägermasse Strukturen (wie z.B. ein Graphitfaservlies) einzulegen bzw. einzupressen, um somit eine Kontaktierung der Struktur und der Bauteilloberfläche zu erreichen, anschließend erfolgt der Aushärtevorgang.

[0012] Vorteilhaft hierbei ist, daß keine teuren Spezialvorrichtungen für diesen Auftrag notwendig sind. Je nach gewünschter Leitfähigkeit ist Art und Anzahl der eingelegten Strukturen variabel. Insbesondere bei der Variante, in welcher bereits vorgefertigte Strukturen in die formbare Trägermasse eingelegt bzw. eingepresst werden ergibt sich der Vorteil, daß eine sehr gute elektrische Leitfähigkeit zwischen sonst getrennten Elementen (z.B. einer Gasdiffusionslage sowie einer Bipolarplatte) möglich wird.

[0013] Vorteilhafte Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung werden in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0014] Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform des Bauteils sieht vor, daß dessen Bauteillober-

fläche aus Metall (z.B. Stahl, Edelstahl, Kupfer, Titan, Aluminium etc.) ist. Dieses Material ist kostengünstig erhältlich und mit bekannten Fertigungsmethoden gut formbar. Die unzureichenden Korrosionseigenschaften von Edelstahl selbst werden später durch die erfindungsgemäße Beschichtung aufgehoben.

[0015] Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform sieht vor, daß die Trägermasse selbst elektrisch leitend ist. Dies ist für die Funktion der Erfindung nicht zwingend notwendig, da die elektrisch leitfähigen Strukturen selbst schon eine elektrische Leitung durch die Oberflächenbeschichtung hindurch erreichen. Zur Verbesserung der Gesamtleitfähigkeit ist es jedoch von großem Vorteil, wenn die Trägermasse zumindest mäßig elektrisch leitend ist (d.h., dass die elektrische Leitfähigkeit mehr als  $0,01\text{S}\cdot\text{cm}$  beträgt).

[0016] Die Trägermasse kann hierbei z.B. ein schmelzbarer vernetzender, leitfähiger Pulverlack sein. Pulverlack und darin zu bindende Fasern werden hierbei zunächst vermischt, das Gemenge wird dann auf das Bauteil aufgetragen und anschließend aufgeschmolzen. Die Trägermasse kann aber auch aus leitfähiger 2-K-Masse, leitfähigen Duroplasten, leitfähigen Thermoplasten, leitfähigen Duroplasten im vorvernetzten Zustand, Novolacken etc. bestehen. Beispiele hierfür sind bevorzugt mit Ruß und/oder Graphit und/oder Graphitfasern gefüllte Thermo- und Duroplaste (z.B. Phenol- oder Epoxidharzmassen) die Füllgrade zwischen 5 und 60 Gew.-%, bevorzugt 15 bis 60 Gew.-% enthalten. Es ist auch möglich, eine Trägermasse mehrschichtig anzubringen (z.B. mit einer elektrisch leitenden und einer elektrisch nicht leitenden Schicht). Dabei wird die elektrisch leitfähige Trägermasse bevorzugt zunächst auf das Bauteil aufgetragen und anschließend mit der nicht nichtleitenden Masse überdeckt und leitfähigen Strukturen in diese mehrschichtige Trägermasse eingepreßt. In einer besonderen Ausführungsform hierzu werden die mit der nichtleitenden Masse beschichteten, leitenden Strukturen auf das mit der leitfähigen Masse beschichtete Bauteil aufgepreßt.

[0017] Die Strukturen können kurze oder lange Graphitfasern sein. Die Graphitfasern haben hierbei vorzugsweise eine Länge zwischen 100 und 500 µm (bzw. 1 bis 10 mm).

[0018] Möglich sind aber auch Graphitfaservliese bzw. Graphitfasergewebe, Graphit-Glasfaser-Mischgewebe, Graphitkörner, Graphitkugeln, Titanfasern, Nanotubes oder dergleichen.

[0019] Besonders vorteilhaft ist hierbei, wenn eine Gasdiffusionslage z.B. als Graphitfaservlies oder -gewebe ausgeführt ist. Bei üblichen Brennstoffzellen ist ein solches Gasdiffusionsvlies zwischen der Membran-Elektroden-Einheit und einer Bipolarplatte zur Feinstverteilung von Reaktionsgasen angeordnet. Für die einwandfreie Funktion der Brennstoffzelle ist es notwendig, daß eine gute elektrische Leitfähigkeit von der Bipolarplatte zu der Membran-Elektroden-Einheit gegeben ist. Dadurch, daß die in der

Oberflächenbeschichtung angeordneten, aus der Trägermasse herausragenden Strukturen mit dieser Gasdiffusionslage sich verhaken können, ist eine noch höhere elektrische Leitfähigkeit erzielbar.

[0020] Es ist sogar möglich, in eine noch formbare Trägermasse, in welcher noch keine Strukturen angeordnet sind, eine Gasdiffusionslage einzupressen. Hierdurch werden die Graphitfasern der Gasdiffusionslage direkt auf die Bauteilloberfläche gepresst, so daß sich eine sehr gute elektrische Leitfähigkeit ergibt. Zusätzlich wird der spätere Montageaufwand etwas verringert, da die Positionierung einer separaten Gasdiffusionslage nicht mehr notwendig ist.

[0021] Ein großer Vorteil der korrosionsfesten Beschichtung ist der, daß die Bauteilloberfläche auch partiell mit dieser versehen werden kann. Dies ist gegenüber z.B. graphitischen Bauteilen ein großer Kostenvorteil, da die Beschichtung lediglich an den Stellen angebracht werden müssen, welche eine Korrosion ausgesetzt sind. Hierbei kann außerdem die Trägermasse vollflächig oder auch nur teilflächig mit den leitenden Strukturen belegt sein. Somit wird es z.B. bei einer elektrisch nicht leitfähigen Trägermasse möglich, elektrisch leitende und elektrisch nicht leitende Bereiche voneinander abzugrenzen.

#### Ausführungsbeispiel

[0022] Die vorliegende Erfindung wird nun anhand mehrerer Figuren erläutert. Es zeigen:

[0023] Fig. 1 einen Querabschnitt aus einer Brennstoffzellenanordnung,

[0024] Fig. 2 eine Detailansicht von Fig. 1,

[0025] Fig. 3 eine Detailansicht von Fig. 2.

[0026] Fig. 1 zeigt eine Teilansicht einer Brennstoffzellenanordnung. Diese enthält eine Bipolarplatte 5, welche beidseitig mit einer erfindungsgemäßen Oberflächenbeschichtung versehen ist. Beidseits der Bipolarplatte 5 sind jeweils Gasdiffusionslagen 6 aus einem Graphitfaservlies angeordnet. Schließlich sind beidseits an den Außenseiten der Graphitfaservlies-Membran-Elektroden-Einheiten 7 angebracht.

[0027] Im Folgenden soll jedoch speziell auf die Schnittstelle von Gasdiffusionslage 6 sowie Bipolarplatte 5 eingegangen werden. Dazu ist in Fig. 2 im vergrößerten Maßstab die Bipolarplatte 5 mit der rechtsseitigen Gasdiffusionslage 6 sowie der daran angrenzenden Membran-Elektroden-Einheit 7 gezeigt. Die Bipolarplatte 5 besteht aus einem Bauteil 1 aus Edelstahl. Dieses weist eine Wellenstruktur auf, welche das Leiten von Gas zu der Gasdiffusionslage 6 bzw. der Membran-Elektroden-Einheit 7 ermöglicht. Dieses Bauteil 1 aus Edelstahl ist beidseitig mit einer Oberflächenbeschichtung versehen. Die Oberflächenbeschichtung besteht aus einer Trägermasse 2, in welche zumindest bereichsweise elektrisch leitfähige Strukturen eingebracht sind. Bei der Trägermasse handelt es sich vorliegend um einen leitfähigen Thermoplast, es sind jedoch alle oben erwähnten weiteren Trägermassen auch möglich. Der in Fig. 2

hergestellte Zustand entstand dadurch, daß in die Trägermasse 2 in dem noch flüssigen Zustand eine Gasdiffusionslage 6 aufgedrückt wurde, so daß im Bereich der Erhebungen 8 der Bipolarplatte Fasern des Graphitfaservlieses bis auf das Stahlteil 1 gedrückt wurden.

[0028] Eine genauere Ansicht hiervon ist in **Fig. 3** zu sehen, welche zeigt, wie als Graphitfasern gestaltete Strukturen 3 in der Trägermasse 2 im ausgehärten Zustand eingebunden sind. Die leitfähigen Strukturen 3 ragen zumindest teilweise aus der Trägermasse 2 auf deren dem Bauteil 1 abgewandten Seite heraus. Somit ergibt sich insgesamt eine extrem hohe elektrische Leitfähigkeit ausgehend von dem Bauteil 1 über die Oberflächenbeschichtung (welche aus der Trägermasse 2 sowie den eingebundenen Strukturen 3 besteht) über die nicht eingebundenen Bereiche der Gasdiffusionslage 6 bis hin zu der Membran-Elektroden-Einheit 7.

[0029] Der große Vorteil der Erfindung besteht also darin, daß trotz der Verwendung kostengünstigen Stahles, der zudem leicht formbar ist, eine korrosionsdichte Beschichtung, welche zudem noch eine hohe elektrische Leitfähigkeit besitzt, aufgebracht werden konnte. Die Permeabilität der Oberflächenbeschichtung beträgt  $<10^{-2}$ mbar $\cdot$ I $\cdot$ s $^{-1}$ . Die elektrische Leitfähigkeit beträgt im Bereich der eingelegten Strukturen 3 etwa  $>1S\cdot cm$ .

[0030] Bei der hier in den Figuren gezeigten Ausführungsform handelt es sich lediglich um eine Variante der vorliegenden Erfindung. Es ist möglich, eine korrosionsfeste, elektrisch leitfähige Oberflächenbeschichtung auch auf andere Weisen herzustellen, z.B. indem elektrisch leitfähige Strukturen wie etwa Graphitfasern mit der Trägermasse im flüssigen Zustand vermischt und dann erst auf eine Bauteilloberfläche aufgetragen werden.

### Patentansprüche

1. Bauteil (1) mit einer auf die Bauteilloberfläche als Korrosionsschutzschicht aufgebrachten elektrisch leitfähigen Oberflächenbeschichtung (4), wobei die Oberflächenbeschichtung aus einer Trägermasse (2) mit darin eingebundenen elektrisch leitfähigen Strukturen (3) besteht, wobei die Strukturen die Bauteilloberfläche (4) kontaktieren und auf der von der Bauteilloberfläche abgewandten Seite der Oberflächenbeschichtung aus der Trägermasse (2) herausragen.

2. Bauteil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bauteilloberfläche aus Metall ist.

3. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägermasse elektrisch leitend oder nicht elektrisch leitend ist.

4. Bauteil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägermasse schmelzbarer vernetzender, leitfähiger Pulverlack, leitfähige 2-K-Massen, leitfähige Duroplaste, leitfähige Thermoplaste, leitfähige Duroplaste in vorvernetztem Zustand (Novolacke) sind.

5. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß die Strukturen kurze oder lange Graphitfasern, Graphitfaservliese, Graphitfasergewebe, 3D-Gewebe, Graphit-Glasfaser-Mischgewebe, Graphitkörner, Graphitkugeln, Titanfasern, Nanotubes oder dergleichen sind.

6. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Bauteilloberfläche komplett oder partiell mit der Oberflächenbeschichtung versehen ist.

7. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägermasse vollflächig oder teilflächig mit Strukturen besetzt ist.

8. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß diese ein Teil einer Brennstoffzellenanordnung, etwa ein Teil einer Bipolarplatte (5) zur Trennung einzelner Zellen eines Brennstoffzellenstacks oder dergleichen ist.

9. Bauteil nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß sich eine Gasdiffusionslage (6) an der Bauteilloberfläche abgewandten Seite der Oberflächenbeschichtung anschließt.

10. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Permeabilität der Oberflächenbeschichtung weniger als  $10^{-2}$ mbar $\cdot$ I $\cdot$ s $^{-1}$  beträgt.

11. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß elektrische Leitfähigkeit mehr als  $1S\cdot cm$  beträgt.

12. Verfahren zur Beschichtung eines Bauteils mit einer Oberflächenbeschichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägermasse (2) im flüssigen Zustand mit den Strukturen (3) vermischt, dann auf die Bauteilloberfläche aufgebracht und schließlich, unter Bildung der Oberflächenbeschichtung, aushärtet.

13. Verfahren zur Beschichtung eines Bauteils mit einer Oberflächenbeschichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß zunächst die Trägermasse (2) im flüssigen Zustand aufgetragen, dann die Strukturen (3) in die noch formbare Trägermasse eingelegt oder eingepresst werden und anschließend die Trägermasse mit den darin enthaltenen Strukturen, unter Bildung der Ober-

DE 102 35 598 A1 2004.02.19

flächenbeschichtung, aushärtet.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

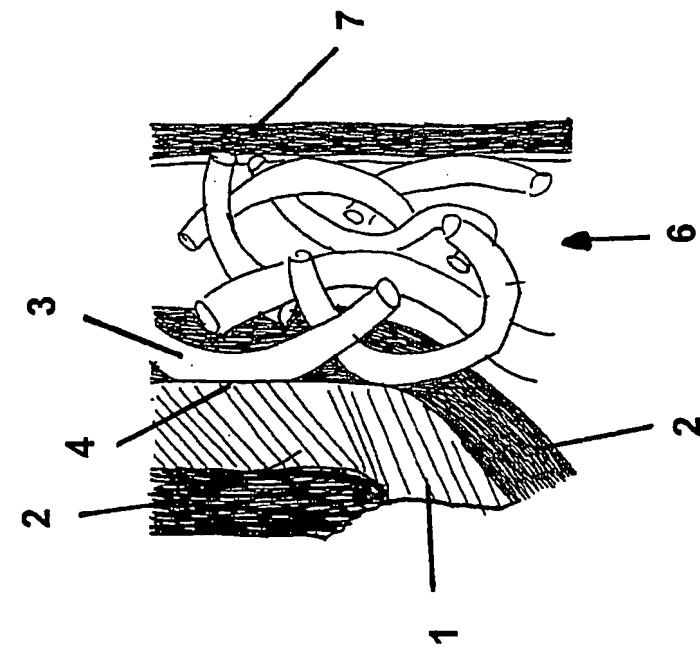


Fig. 3

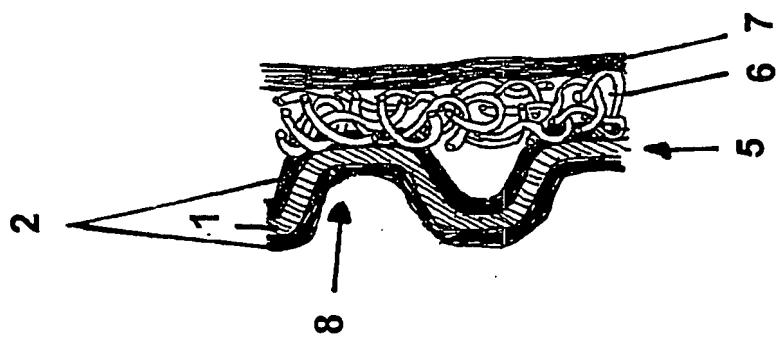


Fig. 2

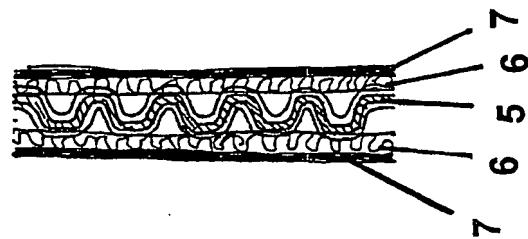


Fig. 1